

Füllstandsmeßgerät und Verfahren zur Füllstandsmessung

Die Erfindung betrifft ein Füllstandsmeßgerät und ein Verfahren zur
5 Füllstandsmessung.

Füllstandsmeßgeräte werden in einer Vielzahl von Industriezweigen eingesetzt,
z.B. in der verarbeitenden Industrie, in der Chemie oder in der
Lebensmittelindustrie.

10

Eine häufig eingesetzte Art der Füllstandsmessung basiert auf dem
Laufzeitprinzip. Dabei werden z.B. periodisch kurze Sendesignale, z.B.
Mikrowellen oder Ultraschallwellen, mittels einer Antenne zur Oberfläche eines
Füllguts gesendet und die an der Oberfläche reflektierten Echsignale nach
15 einer abstandsabhängigen Laufzeit wieder empfangen. Es wird eine die
Echoamplituden als Funktion der Laufzeit darstellende Echofunktion gebildet.
Jeder Wert dieser Echofunktion entspricht der Amplitude eines in einem
bestimmten Abstand von der Antenne reflektierten Echos.

20 Aus der Echofunktion wird ein Nutzecho bestimmt, das wahrscheinlich der
Reflexion eines Sendesignals an der Füllgutoberfläche entspricht. Dabei wird in
der Regel angenommen, daß das Nutzecho, eine größere Amplitude aufweist,
als die übrigen Echos. Aus der Laufzeit des Nutzechos ergibt sich bei einer
festen Ausbreitungsgeschwindigkeit der Sendepulse unmittelbar der Abstand
25 zwischen der Füllgutoberfläche und der Antenne.

Üblicherweise wird nicht ein empfangenes Rohsignal zur Auswertung
herangezogen, sondern dessen sogenannte Hüllkurve. Die Hüllkurve wird
erzeugt, indem das Rohsignal

30

gleichgerichtet und gefiltert wird. Zur genauen Bestimmung einer Laufzeit des
Nutzechos wird zuerst ein Maximum der Hüllkurve bestimmt.

Damit das Nutzecho erkannt und daraus der zugehörige Füllstand abgeleitet werden kann, benötigt das Füllstandsmeßgerät einige Informationen. Bei der Bestimmung des Füllstandes ist z.B. eine Einbauhöhe des Füllstandsmeßgeräts im Behälter zu berücksichtigen. Soll nicht nur der Abstand zwischen Füllstandsmeßgerät und Füllgut ermittelt werden, sondern auch eine Angabe der im Behälter vorhandenen Füllgutmenge erfolgen, so muß das Füllstandsmeßgerät über Informationen über die Form des Behälters verfügen.

Daneben können auch Angaben über Materialeigenschaften des Füllguts von Bedeutung sein. Bei der Füllstandsmessung mittels Mikrowellen ist eine solche Materialeigenschaft z.B. eine Dielektrizitätskonstante des Füllguts. Wie gut das Füllgut Mikrowellen reflektiert, bzw. wie groß ein Anteil der Reflektierten Mikrowellen ist, hängt von der Dielektrizitätskonstanten des Füllguts ab. Entsprechend kann anhand der Dielektrizitätskonstanten eine Abschätzung einer zu erwartenden Amplitude des Nutzechos vorgenommen werden, die die Findung des richtigen Nutzechos erleichtert.

Bei herkömmlichen Füllstandsmeßgeräten wird daher nach einer Installation des Füllstandsmeßgeräts eine Inbetriebnahme vorgenommen, bei der dem Füllstandsmeßgerät unter anderem alle für die jeweilige Anwendung relevanten Parameter zugänglich gemacht werden. Die Parameter werden als Parametersatz abgelegt und stehen nach der Inbetriebnahme zur Verfügung.

Nach der Inbetriebnahme arbeitet das Füllstandsmeßgerät dann unter zu Hilfenahme des Parametersatzes eigenständig.

Allerdings ist es nicht ohne weiteres möglich, die Anwendung zu verändern. Jede Änderung, die sich auf einen Parameter des Parametersatzes auswirkt, macht eine erneute Inbetriebnahme erforderlich. Dies kann unter Umständen mit hohem Zeit und Kostenaufwand verbunden sein.

Es ist eine Aufgabe der Erfindung ein Füllstandsmeßgerät anzugeben, das nach einer einmaligen Inbetriebnahme in mehreren Anwendungen einsetzbar ist.

- 5 Dies erreicht die Erfindung durch Füllstandsmeßgerät zur
Messung eines Füllstandes eines Füllgutes in einem Behälter mit
- einer Meßeinheit, die dazu dient ein vom Füllstand
abhängiges Meßsignal aufzunehmen,
 - einem Speicher, in dem für verschiedene Anwendungen
 - 10 Parametersätze abgelegt sind, und
 - einer Auswerteeinheit, die dazu dient
 - einen Parametersatz auszuwählen, und
 - anhand dieses Parametersatzes aus dem
Meßsignal den Füllstand abzuleiten und
 - 15 einer weiteren Verarbeitung, Auswertung und/oder
Anzeige zur Verfügung zu stellen.

Gemäß einer ersten Weiterbildung ist dem Füllstandsmeßgerät eine
Vorortbedienung zugeordnet, über die ein Bediener eingeben kann, welcher

20 Parametersatz auszuwählen ist.

Gemäß einer zweiten Weiterbildung ist dem Füllstandsmeßgerät eine
Kommunikationsschnittstelle zugeordnet, über die eingegeben werden kann,
welcher Parametersatz auszuwählen ist.

25

Weiter besteht die Erfindung in einem Verfahren zur Füllstandsmessung mit
einem erfindungsgemäßen Füllstandsmeßgerät, bei dem

- die Meßeinheit Sendesignale aussendet und deren
Echosignale empfängt, und
- 30 - die Auswerteeinheit den Füllstand bestimmt, in dem
sie
- die Echosignale auf markante Strukturen untersucht,

- anhand der Strukturen einen Parametersatz auswählt,
und
- mittels des Parametersatzes den Füllstand bestimmt.

- 5 Ebenso besteht die Erfindung in einer Anordnung zur Füllstandsmessung mit einem erfindungsgemäßen Füllstandsmeßgerät, bei der
- eine Vorrichtung zur Erkennung einer vorliegenden Anwendung vorgesehen ist, und
 - eine Verbindung zwischen der Vorrichtung und der
- 10 Auswerteeinheit besteht, über die der Auswerteeinheit Erkenntnisse der Vorrichtung zur Verfügung stehen.

- Weiter besteht die Erfindung in einem Verfahren zur Füllstandsmessung mit
- 15 einem erfindungsgemäßen Füllstandsmeßgerät, bei dem die Auswerteeinheit anhand der Meßsignale Ereignisse erkennt, die einen Wechsel des Parametersatzes erforderlich machen.

- Gemäß einer Weiterbildung der Verfahren, wird die Erkenntnis, welche
- 20 Anwendung vorliegt zur Plausibilitätskontrolle oder als Eingabe für andere Geräte ausgegeben.

- Die Erfindung und weitere Vorteile werden nun anhand der Figuren der Zeichnung, in denen ein Ausführungsbeispiel dargestellt ist, näher erläutert;
- 25 gleiche Elemente sind in den Figuren mit gleichen Bezugszeichen versehen.

Fig. 1 zeigt ein erfindungsgemäßes Füllstandsmeßgerät;

Fig. 2 zeigt eine Anordnung zur Füllstandsmessung;

30

Fig. 3 zeigt ein entlang einer Schiene bewegbares Füllstandsmeßgerät, mit dem

Füllstandsmessungen in mehreren Behältern
durchführbar sind;

5 Fig. 4 zeigt ein endseitig auf einem stabförmigen Träger
29 montiertes Füllstandsmeßgerät;

Fig. 5 zeigt ein Füllstandsmeßgerät mit einer
Vorortbedienung; und

10 Fig. 6 zeigt mehrere über ein Bussystem an eine
übergeordnete Einheit angebundene
Füllstandsmeßgeräte.

15 In Fig. 1 ist ein erfindungsgemäßes Füllstandsmeßgerät dargestellt. Fig. 2 zeigt
eine Anordnung zur Füllstandsmessung bei der das in Fig. 1 dargestellte
Füllstandsmeßgerät auf einem Behälter 5 montiert ist.

Bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel handelt es sich um ein mit
20 Mikrowellen arbeitendes Füllstandsmeßgerät, das nach dem Laufzeitprinzip
arbeitet. Genauso können auch andere herkömmliche Füllstandsmeßgeräte
erfindungsgemäß ausgestaltet werden, z.B. mit Ultraschall arbeitende
Füllstandsmeßgeräte oder kapazitive Füllstandsmeßgeräte.

25 Das Füllstandsmeßgerät dient zur Messung eines Füllstandes 1 eines Füllgutes
3 in einem Behälter 5 und weist eine Meßeinheit 7 auf, die dazu dient ein vom
Füllstand 1 abhängiges Meßsignal aufzunehmen. Die Meßeinheit 7 umfaßt bei
dem dargestellten mit Mikrowellen arbeitenden Füllstandsmeßgerät eine
Mikrowellenquelle 9, die über eine Sende- und Empfangsweiche 11 mit einer
Antenne 13 verbunden ist.

30

Im Betrieb sendet die Meßeinheit 7 über die Antenne 13 von der
Mikrowellenquelle 9 z.B. periodisch kurze Sendesignale S in Richtung des

Füllguts 3 aus und empfängt deren Echosignale E. Die Echosignale E werden von der Antenne 13 über die Sende- und Empfangsweiche 11 zu einer Signalvorverarbeitung 15 geleitet. In der Signalvorverarbeitung 15 werden die Echosignale E aufbereitet. Beispielsweise können die Echosignale E verstärkt, gleichgerichtet und gefiltert werden. Die Signalvorverarbeitung 15 erzeugt ein Meßsignal, das vom Füllstand abhängt. In dem gewählten Ausführungsbeispiel ist dies z.B. eine von dem Echosignal E abgeleitete Echofunktion, wie sie in Fig. 1 graphisch dargestellt ist. Die Echofunktion gibt Echoamplituden als Funktion der Laufzeit wieder. Das dargestellte ausgeprägte Maximum der Echofunktion stammt von einer Reflektion an der Füllgutoberfläche.

Das Meßsignal wird einer Auswerteeinheit 17 zugeführt, die daraus den aktuellen Füllstand 1 bestimmt.

Erfindungsgemäß weist das Füllstandsmeßgerät einen Speicher 19 auf, in dem für verschiedene Anwendungen Parametersätze abgelegt sind. Die Parametersätze umfassen anwendungsspezifische Informationen, die zur Bestimmung des Füllstands 1 erforderlich sind. Hierdurch ist es möglich ein und dasselbe Füllstandsmeßgerät in mehreren verschiedenen Anwendungen einzusetzen. Für jede Anwendung liegt der erforderliche Parametersatz bereits abrufbereit im Speicher 19 vor.

Die Parametersätze werden vor der ersten Füllstandsmessung, z.B. bei einer Inbetriebnahme, in dem Speicher 19 abgelegt. Dabei wird in dem Speicher 19 für jede mögliche Anwendung in der das Füllstandsmeßgerät eingesetzt werden soll ein Parametersatz abgelegt, der die erforderlichen anwendungsspezifischen Informationen, wie z.B. die Einbauhöhe des Füllstandsmeßgeräts im Behälter, die Behältergeometrie, mögliche Einbauten, die nicht mit Füllständen verwechselt werden dürfen, die Dielektrizitätskonstante des Füllguts, u.s.w. enthält.

Die Auswerteeinheit 17 dient dazu, aus den abgespeicherten Parametersätzen denjenigen Parametersatz auszuwählen, der die für die momentane Anwendung relevanten Informationen enthält.

- 5 Es gibt eine Vielzahl von Meßaufgaben, bei denen es eine deutliche Steigerung der Wirtschaftlichkeit und der Effizienz bedeutet, wenn ein Füllstandsmeßgerät ohne zusätzlichen Aufwand in verschiedenen Anwendungen eingesetzt werden kann.
- 10 Ein Beispiel hierfür sind Herstellverfahren bei denen Behälter 5 nacheinander mit Füllgütern 3 mit stark unterschiedlichen Eigenschaften, z.B. Dichten oder Dielektrizitätskonstanten, befüllt werden. Jeder Wechsel des Füllguts 3 bedeutet für das Füllstandsmeßgerät eine andere Anwendung.
- 15 Genauso kann es sehr kostensparend sein mit einem einzigen Füllstandsmeßgerät nacheinander Füllstände 1 in mehreren Behältern 5 zu messen. Das Füllstandsmeßgerät kann hierzu z.B. entlang einer Schiene 27 von einem Behälter 5 zum nächsten fahren. Dies ist in Fig. 3 dargestellt.
- 20 Auch kann das Füllstandsmeßgerät endseitig auf einem stabförmigen Träger 29 montiert sein, der um seine Aufhängung rotierbar ist. So kann das Füllstandsmeßgerät zu mehreren in einem Kreis in Reichweite des Trägers 29 angeordneten Behältern 5 gelangen. Dies ist in Fig. 4 dargestellt.
- 25 Jeder Behälterwechsel entspricht bei den in Fig. 3 und 4 dargestellten Beispielen einer neuen Anwendung, in denen jeweils ein anderer Parametersatz herangezogen werden muß.

Die Auswahl des Parametersatzes kann auf verschiedene Weise erfolgen.

30

In Fig. 5 ist ein erstes Ausführungsbeispiel dargestellt. Bei diesem Ausführungsbeispiel ist dem Füllstandsmeßgerät eine Vorortbedienung 21

zugeordnet. Über die Vorortbedienung 21 kann ein Bediener eingeben, welcher Parametersatz auszuwählen ist. Jedesmal wenn die Anwendung gewechselt wird, wird der Bediener diese Eingabe vornehmen. Diese Eingabe wird der Auswertereinheit 17 zugeleitet, die dann anhand der Eingabe den für die neue Anwendung benötigten Parametersatz auswählt.

Alternativ kann dem Füllstandsmeßgerät eine Kommunikations-schnittstelle zugeordnet sein, über die dann die Eingabe erfolgt, welcher Parametersatz auszuwählen ist. Diese Ausführungsform erspart einem Bediener den Weg bis zur Vorortbedienung 21. Sie wird daher immer dann bevorzugt eingesetzt werden, wenn das Füllstandsmeßgerät Bestandteil einer größeren Anlage ist. Auf größeren Anlagen werden Meßgeräte häufig über ein Busleitungssystem 23 an eine übergeordnete Einheit 25, z.B. eine Prozeßleitstelle oder eine speicherprogrammierbare Steuerung, geschlossen. Fig. 6 zeigt eine Prinzipskizze einer solchen Anlage mit drei Füllstandsmeßgeräten, die über das Busleitungssystem 23 an die übergeordnete Einheit 25 angebunden sind. Jedes Füllstandsmeßgerät ist an das Busleitungssystem 23 über eine Kommunikationsschnittstelle 27 angeschlossen. Bei diesem Ausführungsbeispiel kann dem Füllstandsmeßgerät, bzw. dessen Auswertereinheit 17 von der übergeordneten Einheit 25 mitgeteilt werden, in welcher Anwendung das jeweilige Füllstandsmeßgerät gerade eingesetzt wird.

Eine weitere besonders vorteilhafte Form der Auswahl des richtigen Parametersatzes besteht in einem Verfahren zur Füllstandsmessung mit dem erfindungsgemäßen Füllstandsmeßgerät, bei dem die Meßeinheit 7 Sendesignale S aussendet und deren Echesignale E empfängt. Das Senden von Sendesignalen S und der Empfang von deren Echesignalen E wird, wie eingangs erläutert, regelmäßig bei nach dem Laufzeitprinzip arbeitenden Füllstandsmeßgeräten durchgeführt.

Die Auswertereinheit 17 bestimmt dann den Füllstand 1 indem sie zunächst die Echesignale E auf markante Strukturen untersucht. Markante Strukturen sind

z.B. von festen Einbauten im Behälter 5 erzeugte Störechos, ein Echo eines Bodens des Behälters 5 oder ein signifikanter Signalverlauf des Echsignals E im Bereich der Antenne 11.

5 Anhand der markanten Strukturen erkennt die Auswerteeinheit 17, in welcher Anwendung des Füllstandsmeßgerät gerade im Einsatz ist und wählt den anhand der Strukturen den zugehörigen Parametersatz aus. Mittels des zu der Anwendung gehörigen Parametersatzes bestimmt die Auswerteeinheit 17 dann den Füllstand 1.

10 Ein besonderer Vorteil dieses Verfahrens besteht darin, daß das Füllstandsmeßgerät keine Eingabe benötigt. Es erkennt eigenständig welche Anwendung gerade vorliegt. Diese Erkenntnis kann zusätzlich als Plausibilitätskontrolle oder als Eingabe für andere Geräte, die nicht in der Lage
15 sind automatisch die aktuelle Anwendung zu erkennen, ausgegeben werden.

Ist das oben genannte Verfahren nicht anwendbar, z.B. weil keine markanten Strukturen vorliegen, durch die die Anwendungen unterschieden werden können, so kann alternativ eine Anordnung zur Füllstandsmessung eingesetzt
20 werden, die neben dem Füllstandsmeßgerät eine Vorrichtung zur Erkennung einer vorliegenden Anwendung aufweist.

Dies wird nachfolgend am Beispiel der in den Figuren 3 und 4 dargestellten Anordnungen näher erläutert. In beiden Ausführungsbeispielen ergibt sich die
25 Anwendung aus der Position des Füllstandsmeßgeräts. Entsprechend kann die Vorrichtung zur Erkennung der vorliegenden Anwendung z.B. einen Satz an den Meßorten angebrachter Lichtschranken aufweisen, oder es können Druckschalter vorgesehen sein, die durch das passierende Füllstandsmeßgerät geschaltet werden. Ebenso kann die Position des Füllstandsmeßgerät durch
30 eine Vorrichtung erfaßt werden, die eine Motorstellung einer die Bewegung des Füllstandsmeßgeräts entlang der Schiene oder eine Drehung des Trägers 29 verursachenden Motors, erfaßt.

Damit dem Füllstandsmeßgerät diese Information zugeführt werden kann, besteht eine Verbindung 31 zwischen der Vorrichtung und der Auswerteeinheit 17, über die der Auswerteeinheit 17 Erkenntnisse der Vorrichtung zur Verfügung stehen. Die Verbindung 31 kann beispielsweise für analoge Signale, für digitale Signale oder für eine Buskommunikation ausgelegt sein. Ein
5 füllstandsmeßgerät-seitiges Ende der Verbindung ist in Fig. 1 dargestellt. Es ist in dem dargestellten Ausführungsbeispiel als eine Anschlußmöglichkeit für die Vorrichtung ausgeführt, die direkt an die Auswerteeinheit 17 angeschlossen ist.

10 Die Auswahl des für die jeweils aktuell vorliegende Anwendung richtigen Parametersatzes kann aber auch über ein Verfahren zur Füllstandsmessung erfolgen, bei dem die Auswerteeinheit 17 anhand der Meßsignale Ereignisse erkennt, die einen Wechsel des Parametersatzes erforderlich machen.

15 Solche Ereignisse können z.B. durch ein Bewegen des Füllstandsmeßgeräts von einem Behälter 5 zu einem anderen, wie dies beispielsweise bei den in den Figuren 3 und 4 dargestellten Ausführungsbeispielen erfolgt, ausgelöst werden. Das Verschieben des Füllstandsmeßgeräts wird von dem Füllstandsmeßgerät als eine plötzliche Füllstandsänderung registriert. Eine plötzliche
20 Füllstandsänderung ist also ein solches Ereignis, das einen Parameterwechsel erforderlich macht.

Ebenso können die auslösenden Ereignisse aber auch bei einem in einem einzigen Behälter 5 durchgeführten Herstellprozeß durch den Herstellprozeß
25 selber vorgegeben sein. Dies ist beispielsweise der Fall, wenn in den Behälter 5 nacheinander verschiedene Füllgüter 3 eingefüllt werden. Der Herstellprozeß gibt vor, in welcher Abfolge die einzelnen Füllgüter 3 eingefüllt bzw. abgelassen werden. Wird nun in Kenntnis des Herstellprozesses der Füllstand 1 gemessen und dessen zeitliche Entwicklung verfolgt, so läßt sich hierüber eine Zuordnung
30 vornehmen. Entsprechend sind die Ereignisse dann zu einem bestimmten Stadium im Herstellprozeß erfolgende Füllstandsanstiege bzw. -abfälle.

Die Auswertereinheit 17 dient dabei nicht nur dazu den Parametersatz auszuwählen, nach erfolgter Auswahl dient sie ebenfalls dazu anhand des ausgewählten Parametersatzes aus dem Meßsignal M den Füllstand abzuleiten und einer weiteren Verarbeitung, Auswertung und/oder Anzeige zur Verfügung zu stellen. Die Ausgabe kann beispielsweise über eine Ausgangsstufe 33, wie sie in Fig. 1 dargestellt ist, erfolgen.

Patentansprüche

1. Füllstandsmeßgerät zur Messung eines Füllstandes
eines Füllgutes (3) in einem Behälter (5) mit

- einer Meßeinheit (7), die dazu dient ein vom
Füllstand (1) abhängiges Meßsignal (M) aufzunehmen,
- einem Speicher (19), in dem für verschiedene
Anwendungen Parametersätze abgelegt sind, und
- einer Auswerteeinheit (17), die dazu dient
-- einen Parametersatz auszuwählen, und
-- anhand dieses Parametersatzes aus dem
Meßsignal (M) den Füllstand (1) abzuleiten und
einer weiteren Verarbeitung, Auswertung und/oder
Anzeige zur Verfügung zu stellen.

2. Füllstandsmeßgerät nach Anspruch 1, dem eine
Vorortbedienung (21) zugeordnet ist, über die ein
Bediener eingeben kann, welcher Parametersatz
auszuwählen ist.

3. Füllstandsmeßgerät nach Anspruch 1, dem eine
Kommunikationsschnittstelle zugeordnet ist, über die
eingegeben werden kann, welcher Parametersatz
auszuwählen ist.

4. Verfahren zur Füllstandsmessung mit einem
Füllstandsmeßgerät nach Anspruch 1, bei dem

- die Meßeinheit (7) Sendesignale (S) aussendet und
deren Echesignale (E) empfängt, und
- die Auswerteeinheit (7) den Füllstand (1) bestimmt,
in dem sie
-- die Echesignale (E) auf markante Strukturen

untersucht,

-- anhand der Strukturen einen Parametersatz auswählt,
und

-- mittels des Parametersatzes den Füllstand (1)
bestimmt.

5

5. Anordnung zur Füllstandsmessung mit einem
Füllstandsmeßgerät gemäß Anspruch 1, bei der

- eine Vorrichtung zur Erkennung einer
- vorliegenden Anwendung vorgesehen ist, und
- eine Verbindung (31) zwischen der Vorrichtung und
- der Auswerteeinheit (17) besteht, über die der
- Auswerteeinheit (17) Erkenntnisse der Vorrichtung
- zur Verfügung stehen.

10

15

6. Verfahren zur Füllstandsmessung mit einem
Füllstandsmeßgerät nach Anspruch 1, bei dem die
Auswerteeinheit (17) anhand der Meßsignale (M)
Ereignisse erkennt, die einen Wechsel des
Parametersatzes erforderlich machen.

20

7. Verfahren zur Füllstandsmessung nach einem der
Ansprüche 4 oder 6, bei dem die Erkenntnis, welche
Anwendung vorliegt zur Plausibilitätskontrolle oder als
Eingabe für andere Geräte ausgegeben werden.

25